Die Amphibolite des Kinzig- und Renchgebiets und ihre Beziehung zu den Schwarzwälder Gneisen

---

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

einer

Hohen Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Universität Tübingen

vorgelegt von

Fritz Weidenbach
aus Ehlenbogen OA. Oberndorf

mit 3 Figuren und 1 Tafel im Text.

Druck von Ernst Klett (Carl Grüninger Nachf.), Stuttgart
1929

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Sonder-Abdruck aus „Jahresberichte und Mitteilungen des Oberrh. geol. Vereines". Jahrgang 1929.

Die Amphibolite des Kinzig- und Renchgebiets und ihre Beziehung zu den Schwarzwälder Gneisen.

Von F. WEIDENBACH-Stuttgart.

Granit und Gneise verschiedener Ausbildung sind die Hauptgesteine des Schwarzwälder Grundgebirges. Die Gneise führen häufig graugrüne bis schwarzgrüne, seltener saftgrüne, linsenförmige Einlagerungen, die Amphibolite. Skizze Abb. 1 mag die Verteilung der verschiedenen Gesteine zeigen.

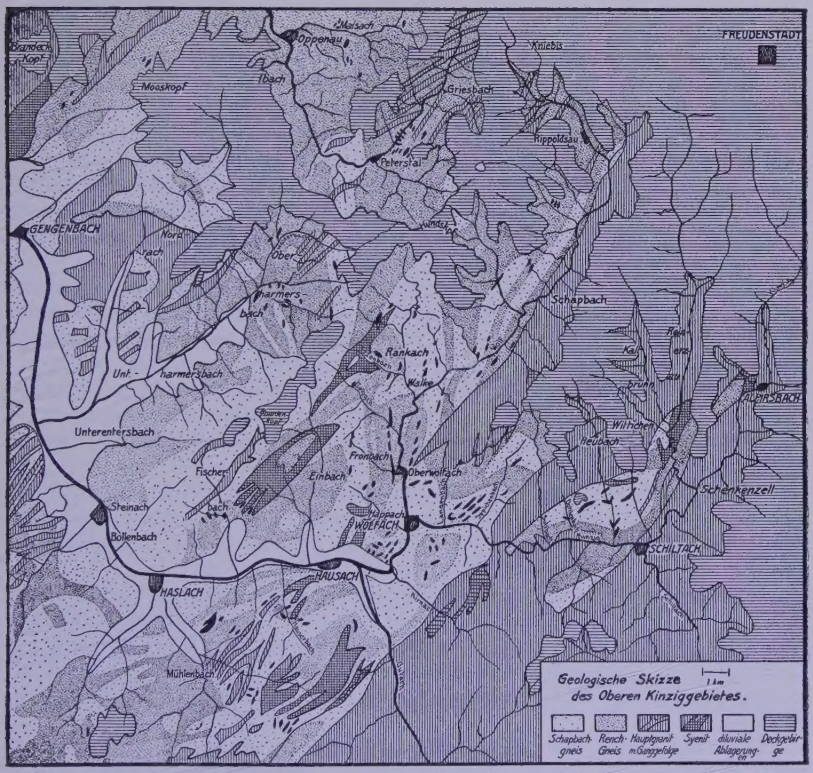

Abb. 1.

Gegenstand dieser Arbeit soll der von A. SAUER angeregte Versuch sein, das Wesen der Gesteine festzustellen, aus denen die Amphibolite entstanden sind; mit anderen Worten: zu ergründen, ob und vielleicht sogar von welchen eruptiven oder sedimentären Gesteinen sich die einzelnen Amphibolite ableiten lassen. Voraussetzung hiefür ist sowohl die

Kenntnis der petrographischen Beschaffenheit, insbesondere die genetischen Beziehungen der Gneise, in welche die Amphibolite eingelagert sind, als auch die Kenntnis der Amphibolite selber. Obwohl diese Voraussetzung durch zahlreiche Arbeiten berufener Autoren weitgehend erfüllt ist, erscheint es doch nötig, zusammenfassend auf Gneise und Amphibolite einzugehen, hie und da auch dem bereits Bekannten einiges Neue hinzuzufügen.

I. Die Gneise des Schwarzwalds.

SAUER gliederte die Gneise in Renchgneise, Schapbachgneise und Kinzigitgneise, mit der Begründung, daß „durch wechselnde Beimengungen verschiedener und charakteristischer Gemengteile, sowie durch Hinzutreten wechselnd zusammengesetzter, untergeordneter Einlagerungen, vor allem aber durch Schwankungen im Mengenverhältnis der Hauptgemengteile, und gewisse hiemit sich verbindende Eigentümlichkeiten in der Struktur, Verschiedenheiten in dem allgemeinen Gesteinshabitus erzeugt werden, welche erkennen lassen, daß im mittleren Schwarzwald zwei Hauptgruppen von Gneisen zur Ausbildung gelangt sind, welche man nach dem Gebiet ihrer charakteristischen Verbreitung und Entwicklung füglich als Renchgneise einerseits, als Schapbachgneise andererseits bezeichnen kann. Die dritte Gruppe verdankt die Bezeichnung Kinzigitgneis nicht in erster Linie ihrer Hauptverbreitung im Kinziggebiet, sondern vornehmlich dem Umstand, daß die seit langem bekannten Kinzigite gerade diese Gneise als häufige Einlagerungen charakterisieren“ (1).

Die typischen Merkmale des Renchgneises liegen in dem raschen Wechsel der Textur, der mineralischen Zusammensetzung und Korngröße auf engstem Raume, in einer vorwiegend glimmerreichen, schiefrig-schuppigen Ausbildung, in dem Auftreten feinkörniger, fast dichter, quarzitischer Varietäten, in der häufigen Einschaltung von Quarzknauern, der lokal reichlichen Beimengung von Graphit und in dem Auftreten von Augitgneisen, von körnigem Kalk und Kalksilikatfelsen, z. B. Wollastonitfelsen.

Die Schapbachgneise sind charakterisiert durch gleichmäßige Ausbildung, einen konstanten, mittleren Glimmergehalt, Reichtum an Feldspat. Die Textur ist körnig-schuppig und körnig-streifig, lagenförmig. Die Korngröße ist gewöhnlich mittlerer Dimension (43).

Das Kennzeichnende der Kinzigitgneise liegt hauptsächlich darin, daß der Feldspat nicht lagenartig verteilt mit dem Glimmer zu einem schiefrig- bis körnig-flaserigen Gemenge verwoben ist, sondern mehr in isometrischen Körnern auftritt, die durch ein Glimmerzwischenmittel getrennt sind, oder bei Glimmerreichtum wie in einer Matrix von Glimmer stecken.

Über die Natur der Schwarzwaldgneise wäre zu sagen, daß Rench- und Kinzigitgneis einen Sedimentgneis, der Schapbachgneis einen Eruptivgneis darstellen. Die besondere Ausbildung des Kinzigitgneises, der übrigens vorwiegend nur im mittleren und nördlichen Schwarzwald vorkommt, ist höchstwahrscheinlich auf die (Kontakt) metamorphosierende Wirkung des nahen carbonischen Granits bezw. Syenits zurückzuführen.

Eine Verwechslung der verschiedenen Gneise in ihrer typischen Ausbildung ist unmöglich. Naturgemäß gehen sie jedoch an der Grenze

ineinander über. Die zwischen Rench- und Schapbachgneis bestehende, mehr oder weniger breite Zone von Mischgesteinen ist durch intensivste Injektion der Eruptivgesteine, die nun als Schapbachgneise vorliegen, in die umhüllenden Sedimente, die jetzigen Renchgneise, zustande gekommen. Ausgedehnte Gebiete starker Durchmischung und Injektion sind besonders auf Blatt Peterstal—Reichenbach zu finden. Diese Mischgneise sind meist schon im Handstück als solche zu erkennen, im Dünnschliff sind sie charakterisiert durch Auftreten von Reliktstrukturen.

II. Die Amphibolite.

Die Amphibolite kommen als Linsen in sämtlichen drei Gneisarten in ziemlich gleichmäßiger Verbreitung vor. Die Größe der Vorkommen schwankt stark. Lager mit mehr als 1 km Ausdehnung in der Längserstreckung sind selten (Steinbruch Vulkan bei Haslach). Meist erreichen sie ca. 100—300 m im Streichen. Die Mächtigkeit der Amphibolitlinsen beträgt im Durchschnitt 20—30 m; nur ganz selten überschreitet sie 50 m.

Starker Wechsel der Textur ist für Amphibolite geradezu charakteristisch. Während bei den Gneisen z. B. stets eine gewisse Schieferung vorhanden ist und auch die Korngröße bei diesen keinen allzugroßen Schwankungen unterliegt, zeigen die Amphibolite bald eine ausgeprägte Schieferung, bald massige Ausbildung, bald feines oder mittleres, bald grobes Korn. Allerdings treten immer wieder dieselben Kombinationen von Textur und Korngröße auf, z. B. sind mittelkörnige Amphibolite nie massig, sondern stets schieferig ausgebildet. Manche schieferigen Amphibolite spalten vorzüglich nach der Schieferungsebene. Die Ursache hiefür liegt in der Ansammlung kleiner Biotitschüppchen auf der Schieferungsfläche.

Gegen Druck und Schlag sind die Amphibolite, besonders die massigen, außerordentlich widerstandsfähig. Der Bruch ist bei dichten Amphiboliten äußerst splittrig.

Morphologisch geben sich Amphibolite häufig durch kleine Buckel und Felsköpfe (Huber'sche Säge und Schloßkopf im Maisachtal, Hofeck bei Wolfach), in Flußläufen aber durch Strudellöcher und kleine Wasserfälle, Steilabstürze und Prallstellen zu erkennen (Renchtal).

III. Mineralbestand der Amphibolite.

An Gemengteilen sind makroskopisch wahrzunehmen: Hornblende, Feldspat, Granat, Biotit, Pyrit, selten Titanit und Apatit, ferner in gewissen Amphiboliten Othit.

Im mikroskopischen Bilde ist zu erkennen, daß die mineralische Zusammensetzung der Amphibolite überaus mannigfaltig ist. Es beteiligen sich am Aufbau derselben:

A. Primäre Gemengteile.
   a) Hauptgemengteile
      1. Hornblende.
   b) Übergemengteile
      1. Plagioklas, 2. Augit, 3. Granat, 4. Biotit, 5. Orthit, 6. ein muskowit-serizitartiger Glimmer, 7. Spinell.
   c) Nebengemengteile
      1. Quarz, 2. Orthoklas, 3. Titaneisen, 4. Rutil, 5. Titanit, 6. Pyrit, 7. Magnetit, 8. Apatit, 9. Zirkon.

B. Sekundäre Gemengteile.

1. Hämatit, 2. Chlorit, 3. Calcit, 4. Epidot, 5. Talk, 6. Sericit, 7. Prehnit, 8. Zoisit.

Zoisit als primärer Gemengteil fehlt in meinen Präparaten völlig, wurde aber als solcher öfters von anderer Seite konstatiert.

A. Primäre Gemengteile.

a) Hauptgemengteile.

Hornblende ist in allen mir zur Verfügung stehenden Dünnschliffen als gemeine grüne Hornblende vertreten. Der Pleochroismus ist nicht besonders stark und ist gewöhnlich nach a: grün bis grünbraun, b: gelbgrün, c: bläulichgrün. Die entsprechenden Absorptionsunterschiede sind $c > b > a$. Die Auslösungsschiefe schwankt zwischen 15^0 und 18^0, ganz selten steigt sie bis zu 20^0 an. Der optische Charakter ist immer eindeutig negativ.

Ab und zu ist die Hornblende verzwillingt nach (100). Bisher war polysynthetisch verzwillingte Hornblende nur von Amphiboliten bekannt, die dem Renchgneis eingelagert sind. Sie ist jedoch keineswegs auf diese beschränkt, sondern kommt, wenn auch selten, in Amphiboliten des Schapbachgneises ebenso vor. Häufig ist am Rande und auf Spaltrissen Umwandlung der Hornblende in Chlorit zu beobachten.

b) Übergemengteile.

1. Plagioklas. Meist in einem Mischungsverhältnis zwischen Labrador und Anorthit auftretend, muß er jedoch in einigen Vorkommen auf Grund seines optischen Verhaltens zu einem zwischen Albit und Oligoklas liegenden Kalknatronfeldspat gestellt werden. (Dazu Tabelle 1 S. 77.)

Sehr häufig ist der Plagioklas in Sericit umgewandelt, seltener in Epidot (Steinbruch Vulkan Haslach, Frohnbach, Erzenbach).

2. Augit ist in manchen Amphiboliten (Steinbruch Vulkan Haslach, Vor-Uelben und andere Vorkommen vom Rench- und Maisachtal) recht häufig, und vertritt in einzelnen Lagen die Hornblende ganz. Eine Trennung zwischen augitführenden und augitfreien Amphiboliten ist nicht möglich. „Der Zusammenhang zwischen beiden läßt erkennen, daß man es lediglich mit extremen Abänderungen eines einheitlichen Gesteinstypuses zu tun hat" (12). Der Augit ist stets mehr oder weniger stark in Chlorit umgewandelt, wobei häufig sämtliche Stadien der Umwandlung, von der guten Erhaltung des Augits bis zur völligen Pseudomorphose von Chlorit nach Augit zu beobachten sind.

3. Granat fehlt ebenso wie der Augit in den meisten, insbesondere den biotitreichen Amphiboliten fast ganz. Manchmal tritt er jedoch lagenweise so häufig auf, daß er zum wesentlichen Gemengteil wird. In diablastisch struierten Amphiboliten (p. 80) ist er oft in Schlieren angeordnet und verleiht dadurch dem Gestein eine Art Paralleltextur. Übergang in Chlorit am Rand und auf Sprüngen ist häufig.

4. Biotit, vorwiegend an mittelkörnige Amphibolite gebunden, zeigt dieselbe Ausbildung wie in den Schwarzwälder Gneisen. Mit einer gewissen Regelmäßigkeit kommt er in Gesteinen vor, die neben Hornblende noch Augit führen (Straße Mauren bis Peterstal und andere Vorkommen von Blatt Peterstal—Reichenbach). In diablastisch struierten Gesteinen ahmt er oft die Struktur der Hornblende nach. Um-

Tabelle 1.

Vorkommen	Messung nach FOUQUÉ Auslöschungsschiefe $\perp a$	Maxim. Auslöschungsschiefe	Opt. Charakter	Zusammensetzung des Feldspats
Gelbach	56° 57° 56° 54° 59° 56°	46—49°	(2 V = 84°)	Bytownit
Vulkan Haslach				
Gneis	76° 76° 74° 73′	15—16°	—	Oligoklas-Andesin
Amphibolit	71° 75° 79°	—	—	Oligoklas-Andesin
Injektion in diesem Amphibolit	63° 63′	—	—	Labrador-Bytownit
Amphibilit	83°	5—6°	—	Oligoklas
Maisachtal	77° 83° 71° 67° 73°	19—21°	—	Oligoklas-Andesin
Im Loch, Gelbach	58° 57° 60° 62°	19°	2 V = 80°	Labrador-Bytownit
Wintererhof, Hauserbach . .	70° 69° 73° 68°	—	—	Oligoklas-Andesin
Erzenbach	58°	—	—	Labrador-Bytownit
Mauren	61° 65° 67° 64°	—	—	Andesin-Labrador

wandlung in Chlorit und Ausbleichung (Baueritisierung) sind häufige Erscheinungen.

5. Orthit kennen wir aus ca. 15 Vorkommen des Schwarzwalds, deren wichtigste nachstehend genannt seien: 1. Dohlenbächle, 2. Kammhöhe Burgeck (drei Lager), 3. Erlenloch, 4. Sommerhalde (drei Lager), 5. Bartlebauernhof (alle auf dem badischen Kartenblatt Oberwolfach—Schenkenzell 88/89), 6. Gemeinacker Wildschapbach, 7. Hirschlachschanze (badisches Kartenblatt Hornberg—Schiltach 94/95).

Seine Farbe ist lichtgrün bis lichtgelblich. Die Lichtbrechung beträgt etwa 1,7, die Doppelbrechung ist ungewöhnlich niedrig, 0,002 bis 0,003. Die makroskopisch einheitlich erscheinenden Körner lassen u. d. M. erkennen, daß der Rand anders beschaffen ist als der Kern. Auf den innersten Teil des Korns, der aus Orthit besteht, folgt mit verschwommener unscharfer Grenze ein mehr oder minder breiter Ring von Zoisit. Gegen das normale Gesteinsgefüge folgt dann noch als äußerster Rand eine nicht einheitliche gelblichbraune Rinde, die WEINSCHENK als „amorphe, meist bräunliche, gummiartige Masse" beschreibt.

6. Ein muscovit-sericitartiger Glimmer besitzt besonders in granat- und augitführenden Amphiboliten eine weite Verbreitung. Die fast wasserhellen, winzigen Schüppchen bilden größere linsenförmige Aggregate. Parallel zu Spaltrissen nach der Basis erfolgt Auslöschung. Die Lichtbrechung ist nicht hoch, die Doppelbrechung der leistenförmigen Durchschnitte ist beträchtlich, diejenige von basalen Schnitten gering. Bei stärkster Vergrößerung erkennt man, daß beim Aufbau der Linsen neben diesem Glimmer noch ein oder mehrere andere Mineralien in geringem Umfange teilnehmen. Nach SCHALCH (12) besitzt er folgende Zusammensetzung:

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O
46,48	31,06	1,35	1,40	3,02	1,00	9,54	4,54/99,57

Aus dieser Analyse und dem optischen Verhalten schließt SCHALCH (12), „daß es sich nicht um ein einheitliches Mineral von bestimmter stöchiometrischer Zusammensetzung, sondern um ein Gemenge mehrerer Silikate handelt, und daß neben dem nach der Formel des Muscovits zusammengesetzten Glimmer, die Gegenwart eines oder zweier anderer Orthosilikate in geringer Menge vorausgesetzt werden muß".

7. Spinell in dunkelgrünen, ja beinahe schwarzen Aggregaten, ist inmitten der oben beschriebenen glimmerigen Linsen nicht selten. Optische Daten fehlen wegen zu geringer Größe. Am schönsten sind diese Glimmer-Spinell-Aggregate auf der Fehren bei Neustadt ausgebildet. ROSENBUSCH fand dort, daß sie aus Disthen hervorgehen, und beobachtete sämtliche Übergänge vom wohlerhaltenen Disthen bis zur völligen Umwandlung in Spinell und Glimmer. Er kommt zu der Auffassung, daß die Gebilde nicht etwa als Verwitterungsphänomen aufzufassen sind, sondern der Prozeß der Umwandlung in die Periode der Metamorphose des Sediments zu einem kristallinen Schiefer zu verlegen ist. Mir selbst stand ein Dünnschliff von der Fehren bei Neustadt zur Verfügung. Erst nach Betrachtung desselben erkannte ich, daß die dort vorkommenden Spinell-Glimmer-Aggregate mit denen meiner Gesteine identisch sind. Die Spinell-Glimmer-Aggregate sind durchweg von einem Kranz aus einem frischen allotriomorphen Feldspatgemenge gegen das normale Gesteinsgefüge abgegrenzt.

c) Nebengemengteile und sekundäre Gemengteile sind in ihrer Ausbildung identisch mit denen der Schwarzwälder Gneise. Von einer Beschreibung wird daher abgesehen.

IV. Die Struktur der Amphibolite.

Bei der Betrachtung verschiedener Dünnschliffe von Amphiboliten fällt vor allem der große Wechsel in struktureller Hinsicht auf. Man findet bei einem und demselben Vorkommen innerhalb oft nur geringer Entfernung, öfters sogar in demselben Schliff, grundsätzlich voneinander abweichende Strukturverhältnisse. Zwischen den einzelnen gut charakterisierbaren Struktureigentümlichkeiten sind alle Übergänge vorhanden. Trotzdem läßt sich bei längerem Studium der Amphibolite erkennen, daß sich die Gliederung der Amphibolite am besten nach deren Struktur durchführen läßt. Danach lassen sich unterscheiden:

a) Die gewöhnlichen Amphibolite.
   1. Amphibolite mit granoblastischer Struktur.
   2. Amphibolite mit diablastischer Struktur.

b) Die orthitführenden Amphibolite.
   1. Orthitamphibolite mit Porphyroblasten.
   2. Orthitamphibolite ohne Porphyroblasten.

a) Die gewöhnlichen Amphibolite.

1. Die granoblastische Struktur ist dadurch gekennzeichnet, daß alle Gesteinskomponenten in unregelmäßig begrenzter Form auftreten und meist mit zackigen und buchtigen Grenzen miteinander verwachsen sind. Manchmal tritt allerdings der Plagioklas in kurzer Leistenform den andern Gemengteilen Hornblende bezw. Augit gegenüber durch einen höheren Grad von Idiomorphie hervor. Die einzelnen Hornblendeindividuen stehen beinahe durchweg miteinander in Verbindung. Einschlüsse fehlen so ziemlich ganz. Augit und Biotit treten häufig an Stelle der Hornblende. Erze, besonders Titaneisen sind oft reichlich vorhanden und halten sich fast stets an die Grenze Hornblende-Plagioklas. (Bild 1.)

Durch Zurücktreten der verhältnismäßig guten kristallographischen Entwicklung des Plagioklases geht dieser Typus über in den von SCHALCH mit „verwischt gabbroid" bezeichneten. „Dieser Typ herrscht bei weitem vor, tritt im allgemeinen jedoch nicht in größerer räumlicher Ausdehnung für sich allein auf, da fast in jedem Präparat einzelne Stellen vorhanden sind, an denen die gabbroide Struktur, wenn auch nur andeutungsweise noch erhalten geblieben ist. Es ist daher kaum in Zweifel zu ziehen, daß letztere die ursprüngliche war, und aus ihr die anscheinend regellose erst nachträglich hervorgegangen ist" (12). Gerade dieser unverkennbare genetische Zusammenhang beider Typen veranlaßte mich, hier keine Untergruppe (verwischt gabbroide Amphibolite) auszuscheiden, da die Unterschiede nicht so sehr in der Struktur selbst liegen, als vielmehr in der Textur, die beim einen Typ nahezu richtungslos, beim andern dagegen schieferig ist.

Zu den granoblastisch struierten Amphiboliten zähle ich ferner alle Amphibolite mit sog. Hornfelsstruktur. Hornfelsstruktur unterscheidet sich von der gewöhnlichen granoblastischen Struktur nur durch geringere Korngröße. Solche Amphibolite sind dann strukturell ganz und gar identisch mit gewissen Renchgneisen, die häufig kurzweg als Hornfels bezeichnet werden.

Zu den granoblastisch struierten Amphiboliten gehören viele Vorkommen von Blatt Peterstal—Reichenbach, Steinbruch Vulkan Haslach, Gelbach, Frohnbach, Erzenbach, Schapbachtal, Kinzigbrücke bei Hausach, in der Einet bei Hausach z. T., Spitzberg bei Wolfach z. T. u. a. m. Überhaupt dürfte der größere Teil der Amphibolite hierher zu zählen sein.

2. Die diablastische Struktur der Amphibolite ist charakterisiert durch eine innige, mikropegmatitartige Verwachsung von Hornblende und Plagioklas, wobei beide Mineralien in gewissen Partien gleich orientiert sind. Es entsteht dadurch das Bild, als wären größere Hornblendekristalle nach den Spaltrissen auseinandergedrückt worden. Sehr häufig sind auch parallelfaserige Gebilde, oder solche mit radialer oder strauchartiger Verwachsungsform. Je nach der Größe der Gemengteile sind zu unterscheiden: diablastische, mikro- bezw. kryptodiablastische Struktur. (Vergl. Bild 3 und 4.)

Die diablastische Struktur erscheint in allen größeren Amphibolitgebieten. Auf eine nähere Beschreibung derselben kann daher verzichtet werden. Nur ein Wort zur Entstehung der diablastisch struierten Amphibolite. „Diablastische Struktur scheint dann aufzutreten, wenn zwei Gemengteile aus einem einzigen hervorgehen, und zwar unter Kristallisation in sehr eingeengtem Raum, mit Ausbreitungsmöglichkeit nur nach einer Richtung. Sie entwickelt sich auch dann, wenn randlich chemische Wechselwirkung zwischen zwei Mineralien stattfindet. Alle diese diablastischen Strukturen sind für gewisse, aus Eklogiten hervorgehende Amphibolite typisch" (27).

Hierüber machte L. Hezner sehr schöne Beobachtungen an Ötztaler Amphiboliten (27). Es gelang ihr dort der Nachweis des allmählichen Übergangs vom reinen Eklogit über verschiedene Zwischentypen bis zum reinen, diablastisch struierten Amphibolit, wobei das grüne Grundgewebe (Hornblende und Plagioklas) an Stelle des verdrängten Omphacits tritt. Ähnliche Beobachtungen wurden in anderen Gebieten gemacht, in den Schwarzwälder Amphiboliten läßt sich jedoch keine unmittelbare Entstehung der diablastischen Struktur durch Zerfall von Omphacit nachweisen. Wenn auch die meisten Amphibolite mit diablastischer Struktur am zwanglosesten als Gesteine aufgefaßt werden können, deren Struktur durch Zerfall einzelner Komponenten infolge Versetzung in höhere Zonenbereiche zustande kam, so ist es doch nicht ganz von der Hand zu weisen, daß diablastische Struktur auch durch ursprüngliche Anordnung der neuentstandenen Mineralien Hornblende und Plagioklas während der Metamorphose zur Ausbildung gelangen kann, wenn nämlich die Kristallisationsbedingungen etwa denen vergleichbar sind, bei denen in Eruptivgesteinen sich myrmekit- bezw. mikropegmatitartige Verwachsungen einstellen. Vielleicht ist hierher ein im Gelbachtal anstehender, sicher als sedimentär erkannter Amphibolit zu rechnen, der in einzelnen Lagen diablastisch struiert ist. Amphibolite mit charakteristisch diablastischer Struktur sind: Hauserbach bei Hausach, verschiedene Vorkommen im Renchtal, Erlenloch.

Als besondere Abart der diablastischen Struktur ist eine von Schalch mit dem Ausdruck „centrische Struktur" belegte Anordnung der Gemengteile zu betrachten. Sie steht mit normal diablastisch struierten Amphiboliten in engstem Zusammenhang und ist fast stets an Granat

gebunden. Dieser ist von einer mehr oder weniger breiten, radial gebauten Zone von Hornblende- und Plagioklasindividuen umgeben, auf die als Abgrenzung gegen das normale Gesteinsgefüge häufig noch ein Kranz aus kleinen Magnetitkörnern folgt. Man bezeichnet seit langer Zeit Amphibolite mit dieser Struktur als Kelyphitamphibolite. Die Grenze Granat-Kelyphitring ist stets scharf, jedoch gezackt und gebuchtet. Die Hornblende ist meist sehr feinfaserig, seltener keulen- bis leistenförmig. In die Zwischenräume ist stets Plagioklas eingeschaltet. Das Auftreten des Magnetitkranzes steht in Abhängigkeit von dem Eisengehalt des Granats. Rotgefärbte Granaten zeigen stets einen Magnetitkranz, während er bei hellgefärbten fast ganz fehlt. Häufig erscheint der Kelyphitkranz nur auf einer Seite des Granats, manchmal folgt auf einen inneren feinfaserigen Kelyphitring noch ein äußerer, gröberkörnig entwickelter, dessen langleistenförmige Hornblendeindividuen sich dann gerne strauchartig in das umgebende Mineralgemenge verästeln. Was die Entstehung der Kelyphitstruktur anbelangt, muß hier auf die betreffende Literatur verwiesen werden (12, 20, 27). SCHALCH und BECKE gelangen zu der Ansicht, daß es sich „trotz großer Ähnlichkeit mit echtem Kelyphit nicht etwa um eine Umwandlung des Granats, sondern nur um eine primäre Umwachsung handelt" (12, 27). HEZNER dagegen erklärt den Kelyphitring „als deutliche beginnende Pseudomorphose von Hornblende und Plagioklas nach Granat", wobei der Granat allerdings nicht allein die Substanz zu den Ringen liefert, sondern ein Teil auch von außen, und zwar vom Pyroxen beigesteuert wird. Jener Teil, der vom Granat zur Bildung der grünen Hornblende verbraucht wird, kann gelöst weggeführt werden und zum Omphacit gelangen und dort mit den von diesem Mineral zu liefernden Stoffteilchen in Wechselwirkung treten. Ob das Umwandlungsprodukt die Granatform einhält, ist dann von zufälligen Wanderungs- und Lagebedingungen abhängig, und so entstehen jene Zwischendinge zwischen Peri- und Pseudomorphose.

Mit wenigen Ausnahmen (Vorkommen gegenüber der Einmündung des Filderbächles und Alberstein im Maisachtal) lassen sich die Kelyphitringe um den Granat in den Schwarzwälder Amphiboliten in Übereinstimmung mit HEZNER als Reaktionsränder auffassen. Hierfür spricht vor allem der fats nie fehlende Magnetitrand, weitgehend aber auch der innige Zusammenhang mit diablastisch struierten Amphiboliten, die ja eben durch Zerfall eines Gemengteils (des Omphacits) in zwei andere (Hornblende und Plagioklas) zustande gekommen sind. Allerdings kommen nun eben in SCHALCH's Untersuchungsgebiet Peterstal—Reichenbach Kelyphitamphibolite vor, die sich nicht ohne weiteres mit den übrigen Schwarzwälder Kelyphitamphiboliten vergleichen lassen. Gegen die Auffassung der Kelyphitrinden als Reaktionsränder spricht hier, daß der Granat keine gezackten Konturen aufweist und der Magnetit fehlt. Wie diese Kelyphitringe zu erklären sind, möchte ich dahingestellt sein lassen, die ganze Erscheinungsform erweckt den Eindruck einer primären Umwachsung.

Eine weitere Abart der diablastischen, im speziellen der zentrischen Strukturform kommt dadurch zustande, daß sich von einem Punkte aus Hornblende und Plagioklasleisten radiär anordnen (Occellarstruktur nach SCHALCH (p. 12). H. HEZNER und F. BECKE halten diese Gebilde für periphere Schnitte von Kelyphitrinden, während SCHALCH sie als

einfache radiale Anordnung von Hornblende und Plagioklas deutet. Wohl mögen ab und zu Schnitte durch den Rand eines Kelyphitringes solche Gebilde erzeugen, die Tatsache aber, daß sie sich oft in sehr großer Menge in fast ganz granatfreien Gesteinen finden, zwingt zu dem Schluß, daß die occellaren Gebilde selbständig und unabhängig vom Granat auftreten. Hierfür spricht außerdem das Fehlen eines Magnetitkranzes, auch in solchen Gesteinen, in denen Kelyphiträndер mit Magnetit vorhanden sind.

b) Die Strukturen der orthitführenden Amphibolite.

1. Orthitamphibolite mit Porphyroblasten: Linsenförmige Aggregate von Spinell und einem sericitartigen Glimmer, wozu sich häufig noch Magnetit gesellt, liegen in einem feinkörnigen, diablastisch struierten Grundgewebe von Hornblende und Plagioklas. (Bild 5 und 6.) Als dunkler Gemengteil tritt häufig auch noch Biotit neben Hornblende auf. Er ahmt die diablastische Strukturform der Hornblende nach. Die diablastische Struktur kommt, wie oben erwähnt, dadurch zustande, daß ein einziger Gemengteil (Omphacit) in zwei andere (Hornblende und Plagioklas) zerfällt. Die Porphyroblasten, d. h. die Spinell-Glimmer-Aggregate sind von diablastisch struiertem Gesteinsgefüge stets durch einen Plagioklasrand getrennt. Es wurde schon oben darauf hingewiesen, daß diese linsenförmigen Gebilde allem Anschein nach das Umwandlungsprodukt von größeren einheitlichen Disthenindividuen darstellen. Hierfür spricht in weitgehendem Maße auch der Zusammenhang mit diablastisch struierten Gesteinen, da diablastische Struktur, ebenso wie die Glimmer-Spinell-Aggregate bei Versetzung des Gesteins in andere TP.-Bereiche entstehen.

2. Orthitamphibolite ohne Porphyroblasten sind in struktureller Hinsicht von den oben beschriebenen gänzlich verschieden. Ihre Struktur ist vollkommen identisch mit der eines normalen Schapbachgneises, entspricht also der normalen granoblastischen Struktur eines Orthogneises. (Bild 7 und 8.) Die dunklen Gemengteile herrschen im allgemeinen vor. Quarz und Biotit sind reichlich vorhanden.

V. Verbandsverhältnisse.

a) Das Verhältnis zwischen Renchgneis und den ihm eingelagerten Amphiboliten.

Nur wenige Vorkommen in dem von mir untersuchten Gebiet sind aufgeschlossen. Im allgemeinen sind die Amphibolite dem Renchgneis konkordant eingelagert. Der beste Aufschluß von Amphibolit im Renchgneis ist im Frohnbachtal bei Oberwolfach. „Der Amphibolit bildet zwei kleinere je 5 m und 1 m mächtige Lager, welche durch eine Amphibolgneisbank getrennt sind. Dem hangenden mächtigen Lager ist eine 2 m lange lentikuläre Masse von Quarz eingeschaltet, die sich nach der einen Seite gabelt. Der Gneis im unmittelbar Hangenden und Liegenden ist granulitartig, geht jedoch schnell in gewöhnlichen schieferigen Renchgneis über“ (4). Der Amphibolit ist dem Gneis konkordant eingelagert, die Grenze gegen den oben erwähnten granulitartigen Gneis ist scharf, dagegen zeigt sich ein allmählicher Übergang zwischen den zwei Amphibolitbänken und der zwischengelagerten Amphibolgneisbank.

Dieses Vorkommen ist genetisch zum Renchgneis zu stellen, da (p. 85) Quarzknauern der oben beschriebenen Art im Renchgneis genau in derselben Ausbildung zu finden sind, während sie in sonstigen Gesteinen des Schwarzwalds fehlen.

An manchen Stellen treten Renchgneis und Amphibolit in gegenseitige Wechsellagerung (Hauserbach). Am schönsten ist dies im Holderbach im Harmersbacher Tal zu beobachten. THÜRACH (3) beschreibt

Abb. 2.
gn_1—gn_4 Renchgneis; a mit Trümern von $CaCO_3$, c Granatamphibolit, b derselbe zersetzt, h zersetzter Hornblendeschiefer,' d u. f körniger Kalk, K reinere Lagen von körnigem Kalk. (Aus Lit. 13 nach H. THÜRACH.)

dieses Vorkommen (Abb. 2). Lagen von Renchgneis, Hornblendeschiefer, Granatamphibolit und körnigem Kalk folgen in konkordanter Lagerung wechselnd aufeinander. Eine Wechsellagerung so verschiedener Gesteine auf ganz engem Raum spricht sehr dafür, daß es sich hier um metamorphe Sedimente handelt, die gleichaltrig mit dem Renchgneis sind.

Als besonders wichtig möchte ich im folgenden Beobachtungen über diskordante Lagerung sowie diskordante Schieferung zwischen Amphiboliten und Renchgneis hervorheben.

Weit verbreitet im Gebiet der zentralen Renchgneismasse ist die Erscheinung, daß Schieferungsebene des Gneises und des Amphibolits aufs deutlichste schief zueinander stehen, ja oft senkrecht zueinander sind. Die topographische Form des Vorkommens zeigt in diesen Fällen gar keine Abhängigkeit von Streich- und Fallrichtung. Der orthitführende Amphibolit vom Fischerdobel liegt im typischen Renchgneis und gehört deutlich zu denen, deren Längserstreckung in keiner Abhängigkeit steht zur Schieferung des Gesteins. Auf diese Beobachtungen ist ganz besonders Wert zu legen, da sie einen Beweis für die Eruptivnatur dieser Amphibolite bilden.

Die Verbandsverhältnisse im Kinzigitgneis sind dieselben wie diejenigen im Renchgneis.

b) Das Verhältnis zwischen Schapbachgneis und den ihm eingelagerten Amphiboliten.

Die Amphibolite treten auch hier in Form von Linsen auf. Ein Unterschied gegenüber den Vorkommen im Renchgneis besteht jedoch darin, daß Lagerung und Schieferung aller Vorkommen konkordant zu der des Schapbachgneises ist. Diese Tatsache wird auch in der Literatur immer wieder betont (1—10, 12, 15, 43). Die Grenze zwischen Amphi-

bolit und Schapbachgneis ist meist scharf, in einzelnen Fällen jedoch findet auch ein allmählicher Übergang statt, der sich in der Weise bemerkbar macht, daß neben Plagioklas häufig noch Orthoklas auftritt, öfters auch Biotit. A. SAUER schreibt (5, 6): „Obwohl Verbandsverhältnisse und Mächtigkeit an den mit Gehängeschutt bedeckten Vorkommen nicht sicher zu ermitteln sind, so scheint doch der Umstand, daß in der Nähe des Amphibolits auch der umgebende Gneis sich etwas ändert und ein fast granitisches Aussehen annimmt, darauf hinzuweisen, daß beide eng zusammen gehören, der gabbroide Amphibolit also keine wesentlich jüngere, den Gneis durchsetzende Gangmasse darstellt."

Eine besondere Stellung nehmen die Orthitamphibolite ein. Über die Verbandsverhältnisse zwischen den beiden Typen selbst, sowie dieser zum Schapbachgneis fehlen Beobachtungen fast ganz, da Aufschlüsse nicht vorhanden sind. Die Orthitgneise, an deren Zone sie streng gebunden sind, treten schlierenartig im normalen Schapbachgneis auf. Ihr Hauptverbreitungsgebiet erstreckt sich vom Elztal bis nach Baiersbronn. Gegen konkordante Lagerungsform der Orthitamphibolite sprechen keinerlei Geländebeobachtungen. Die Grenze gegen den Schapbachgneis scheint in den meisten Fällen verschwommen zu sein. Nachweislich ist dies der Fall zwischen dem gneisstruierten Typus ohne Porphyroblasten und dem Schapbachgneis. So erwähnt auch K. SCHNARRENBERGER von Blatt Elzach Orthitamphibolite, die nicht selten Übergänge in den Schapbachgneis aufweisen. Die zwei verschieden struierten Typen der Orthitamphibolite treten meist für sich allein auf, es ist jedoch gelungen, beide auch in einem einzigen Vorkommen vereinigt aufzufinden. Im Steffelsbach bei Wolfach ist ein allmählicher Übergang zwischen beiden beobachtet worden, dagegen sind sie im Erlenloch bei Wolfach durch eine scharfe Grenze voneinander getrennt.

Entstehung der Amphibolite.

Es soll hier versucht werden, die Fragen zu erörtern, ob die Ausgangsgesteine der Amphibolite des Schwarzwalds sedimentärer oder eruptiver Natur sind, oder ob beide Gruppen vertreten sind? Des weiteren interessiert es, ob charakteristische Merkmale für die eine oder andere Gruppe vorhanden sind und endlich unter welchen Bedingungen die ursprünglichen Gesteine zum Amphibolit wurden?

Als Edukte für die Amphibolite kommen in Betracht: dolomitische Mergel und Eruptivgesteine von gabbroidem Chemismus, wobei man vor allem an endogene basische Schlieren, sowie an das lamprophyrische Ganggefolge des den Schapbachgneis liefernden Magmas denken kann.

1. Die dem Renchgneis eingelagerten Amphibolite.

Schichten aus mergeligem Material im alten Sedimentkomplex können durch metamorphe Bedingungen zu Amphiboliten umgewandelt worden sein. Ob es sich bei einem Teil der Schwarzwälder Amphibolite um solche Bildungen handelt, läßt sich aus Mineralbestand und Struktur derselben nicht schließen. Dies wäre auch nur zu erwarten, wenn Sedimente vorgelegen hätten, die stofflich von Eruptivgesteinen erheblich abweichen. Zudem liegt es ja im Wesen der Metamorphose, daß bei gleicher Temperatur und gleichem Druck innerhalb genügend langer Zeit chemisch gleiche Substanzen identische Gesteine ergeben.

Dagegen erlauben öfters die geologischen Verbandsverhältnisse eine Deutung in weitgehendem Maße. Auf p. 83 wurde ein Profil von Holdersbach im Harmersbacher Tal angeführt, in dem ein Granatamphibolit mit Hornblendeschiefer, körnigem Kalk und Renchgneis zusammen in konkordanter Lagerung vorkommen. Unter den gegebenen Verhältnissen ist es sehr wahrscheinlich, daß dieses Vorkommen sedimentärer Natur ist. Eine auffallende Erscheinung bei manchen Amphiboliten des Renchgneises ist das Auftreten von Quarzknauern, die oft recht erhebliche Dimensionen erreichen können. Auf p. 82 wurde angeführt, daß im Vorkommen von Frohnbachtal dem hangenden 5 m mächtigen Lager eine 2 m lange lentikuläre Masse von Quarz eingeschaltet ist. Auch in einem Vorkommen vom Gelbachtal ist sehr schön ein Quarzknauer inmitten des Amphibolits zu beobachten (Abb. 3). Besonders auffallend ist die Tatsache, daß die Schieferung des Amphibolits in keiner Weise durch den Quarzknauer beeinflußt wird, sondern an der Grenze zu diesem glatt abbricht. Auch steht die Längserstreckung des Knauers in keinerlei Abhängigkeit zur Schieferung des einschließenden Gesteins. Das Auftreten genau derselben derben Quarzmassen ist für typischen Renchgneis ein charakteristisches Merkmal, im Schapbachgneis wurden ähnliche Beobachtungen nie gemacht. Überhaupt dürften Feststellungen dieser Art von normalen Eruptivgesteinen nicht bekannt sein, so daß das Auftreten von derben Quarzknauern als Einlagerungen in Amphiboliten als weiteres Kriterium für die sedimentäre Natur derselben betrachtet werden darf. Sicher sedimentärer Entstehung sind also die Vorkommen vom Gelbachtal, Frohnbachtal, Holdersbach im Harmersbacher Tal und Hauserbach.

Abb. 3.

Für einige Amphibolitvorkommen des Renchgneises (Fischerdobel und andere Vorkommen von Blatt Elzach, sowie von Blatt Haslach) ist die Eruptivnatur durch die diskordante Lagerung und Schieferung zum Renchgneis klar erwiesen. Diese Diskordanz von Lagerung und Schieferung kann nur so erklärt werden, daß ein Eruptivgestein in Form eines Ganges in die sedimentäre Hülle intrudierte. Sicherlich aber gehören zu den aus Eruptivgängen hervorgegangenen Amphiboliten noch eine größere Zahl solcher, die konkordante Lagerung aufweisen, ja es ist sogar wahrscheinlich, daß die Mehrzahl der basischen Gänge nicht quer, sondern parallel zur Schichtung, also in der Richtung des geringsten Widerstands, wie dies auch bei andern Gesteinen der Fall ist, in die Sedimentgesteine eindrangen. Die Linsenform der Amphibolite ist erst während der Metamorphose zustande gekommen, sie beruht auf Auswalzung. Dies gilt sowohl für sedimentäre, als auch für eruptive Glieder der Amphibolite. So läßt sich auch die reihenförmige Anordnung mehrerer Vorkommen in langen Zügen erklären, wie sie ganz deutlich nördlich Wolfach rechts und links des Wolftals auftritt.

2. Die dem Schapbachgneis eingelagerten Amphibolite.

Vor allem ist hier die Tatsache festzustellen, daß die Lagerung der Amphibolite im Schapbachgneis stets konkordant ist. Es ließe sich denken, daß das langsam eindringende Magma, das die Ausgangsgesteine für den Schapbachgneis förderte, gewisse Amphibolitvorkommen aus dem Verband mit dem Renchgneis loslöste und in sich aufnahm. Solche Fälle sind jedoch sicherlich höchst selten und nur unter günstigen Verhältnissen zu beweisen. Im Oberprechtal ist dem normalen Schapbachgneis ein Amphibolit eingelagert, den SCHWENKEL (43), hauptsächlich auf Grund seiner Struktur, für sedimentär hält. Die eckige, schiefe Abgrenzung des Amphibolits spricht tatsächlich bei diesem Vorkommen dafür, daß der Amphibolit von dem aufdringenden Magma des Schapbachgneises aus dem Verband mit dem Renchgneis losgerissen wurde. Ob der Amphibolit jedoch sedimentärer oder eruptiver Entstehung ist, läßt sich auf Grund der mineralischen und strukturellen Eigenschaften nicht aussagen.

Die große Masse der Amphibolite des Schapbachgneises ist sicherlich eruptiver Natur. Recht gute Anhaltspunkte geben uns die Orthitamphibolite. Wie schon oben erwähnt, lassen sich strukturell zwei Typen von Orthitamphiboliten unterscheiden. Beide kommen nur im typischen Schapbachgneis vor, und zwar in der Zone der Orthitgneise. Die Orthitamphibolite sind in mineralischer und struktureller Hinsicht sehr einheitlich. Schon allein die in allen Einzelheiten übereinstimmende Orthitführung bei Orthitgneisen und Orthitamphiboliten läßt einen engen genetischen Zusammenhang zwischen beiden vermuten. Mehr aber noch als die Orthitführung läßt uns in diesem Falle die Struktur der Orthitgneise erkennen.

Die Struktur der Orthitamphibolite ohne Porphyroblasten stimmt in allen Einzelheiten mit derjenigen der Orthitgneise überein. Die gleiche Struktur kann aber in unserem speziellen Fall nur unter gleichen Bedingungen entstanden sein. Das geologische Verbandsverhältnis zwischen Orthitgneis und Orthitamphibolit weist uns darauf hin, daß die beiden Gesteine gleichaltrig sein müssen. Ein allmählicher Übergang derselben ineinander kann nur durch Differentiation im Magma zustande gekommen sein. Eine solche läßt sich aber schon beim Orthitgneis an sich erkennen. Er ist basischer als der normale Schapbachgneis, hierfür spricht seine mineralische Zusammensetzung: Zunahme der dunklen Gemengteile, insbesondere das Auftreten von Hornblende, die Abnahme an Quarz und Orthoklas, an dessen Stelle ein basischer Plagioklas tritt. Auch bei den gneisstruierten Orthitamphiboliten weist der Mineralbestand (Biotit, Quarz und Orthoklas sind noch in reichlicher Menge vorhanden) darauf hin, daß sie durch Differentiation zustande kamen.

Etwas schwieriger liegen die Verhältnisse bei den porphyroblastisch struierten Amphiboliten. Verbandsverhältnisse sind mir nur von zwei Vorkommen bekannt. Wo sie für sich allein auftreten, zeigen sie nach den bisherigen Beobachtungen konkordante Lagerungsform zum Schapbachgneis. Ob jedoch ein allmählicher Übergang in diesen stattfindet, oder ob diese beiden Gesteine durch eine scharfe Grenze getrennt sind, ist nicht bekannt. Die beiden verschieden struierten Typen der Orthitamphibolite selbst zeigen unter sich sowohl langsamen Über-

gang (Steffelsbach) als auch scharfe Abgrenzung (Erlenloch). Die Tatsache, daß Übergänge vom Orthitamphibolit mit Porphyroblasten in den gneisstruierten Orthitamphibolit und von diesem schließlich in den Orthitgneis beobachtet wurden, sowie das Gebundensein der Orthitamphibolite an die Orthitgneiszone, und nicht zuletzt die Orthitführung selbst, geben die Berechtigung dazu, die Orthitamphibolite zum Eruptionszyklus des den Schapbachgneis liefernden Magmas zu rechnen. Die Orthitamphibolite stellen also das Endglied einer Differenzierung des Magmas dar, das für die normalen Schapbachgneise, Orthitgneise und Orthitamphibolite das gemeinsame Stammagma ist. Orthitgneise und Orthitamphibolite sind also als basische Nachschübe in das noch nicht völlig erstarrte Hauptgestein aufzufassen. Wie hat man sich nun das Vorkommen des Orthits gerade in diesen Gesteinen zu erklären? Der Orthit ist ein Glied der Epidotgruppe, wobei besonders zu bemerken ist, daß er eines der wenigen Mineralien ist, in welchem eine weitgehende isomorphe Vertretbarkeit zwischen Al und Fe einerseits, Metallen der seltenen Erden andererseits vorliegt. Es besteht also eine ausgezeichnete Mischungsreihe zwischen dem erdenfreien Epidot und den an Erden reichsten Orthiten. Gewöhnlich ist Orthit als akzessorischer Gemengteil vertreten in Graniten, Syeniten, Dioriten und besonders in deren Pegmatiten. Im Schwarzwald fehlt er in den sauren Gliedern des Schapbachgneises ganz, mit zunehmender Basizität der Gesteine wird auch der Orthit häufiger. Diese Anreicherung des Orthits in den basischen Gliedern kann nur so erklärt werden, daß die seltenen Erden, insbesonders Ce, in die Mineralien der Erst- und Hauptkristallisation nicht isomorph eingehen können und so naturgemäß in der Restlösung zurückbleiben müssen. Hier aber tritt schließlich hinreichende Sättigung an Ce ein, so daß sich Orthit als selbständiges Mineral bilden kann und muß. Wie in andern Gesteinen, so verläuft auch hier die Fraktionierung in Richtung zunehmender Basizität und so ist es nicht verwunderlich, daß gerade die ganz basischen Differentiationsprodukte, die jetzigen Amphibolite vom Typus Dohlenbächle, am meisten Orthit führen. Schon allein die Orthitführung zeigt uns also den oben auf anderem Wege erkannten Verlauf der Differentiation des Schapbachgneismagmas an und bietet somit einen weiteren Beweis für den engen genetischen Zusammenhang zwischen Schapbachgneis, Orthitgneis und den Orthitamphiboliten.

Daß nun aber auch nicht orthitführende Amphibolite genetisch zum Schapbachgneis zu stellen sind, geht an einzelnen Stellen aus den Verbandsverhältnissen hervor. Auf Blatt Haslach sind am häufigsten Hornblendegesteine zu finden, die an den Rändern nicht selten Übergänge in den Schapbachgneis wahrnehmen lassen. Wie schon oben bei den Orthitamphiboliten, so muß auch hier der allmähliche Übergang zwischen Schapbachgneis und Amphibolit so gedeutet werden, daß beide Gesteine gleichaltrig sind und aus demselben Magma durch Differentiation entstanden.

Daß diese genetisch zum Schapbachgneis gehörenden Amphibolite in ihrem Auftreten auf denselben beschränkt sind, ist nicht anzunehmen. Vielmehr werden sie als Gänge auch in den Sedimentmantel, den Renchgneis intrudiert sein, wie das der Orthitamphibolit vom Fischerdobel bei Elzach deutlich zeigt. Vielleicht gehören hierher auch die vielen Vorkommen vom Maisach- und Renchtal, die über größere Strecken

immer wieder dieselben Strukturmerkmale aufweisen. SCHALCH hält diese Gesteine allgemein für eruptiv, über die Zeit der Intrusion sagt er nichts aus.

Es erhebt sich nun hier noch die Frage, inwieweit Amphibolite vorkommen, die zum carbonischen Granit, d. h. zu den basischen Vorläufern desselben gehören. Es ist nicht von der Hand zu weisen, daß solche Vorkommen vorhanden sein mögen. Das Übergangsgebirge in der Gegend von Lenzkirch weist ja Amphibolite auf, die ein Beweis dafür sind, daß basische Abkömmlinge des Granitmagmas in den Gneisen vorkommen können. In dem von mir untersuchten Gebiet ist vielleicht ein Vorkommen südwestlich Schiltach auf diese Art entstanden. Das Gestein fällt strukturell vollkommen aus der Reihe der normalen Amphibolite heraus. Seine Struktur ist vielmehr dioritähnlich. Wenn auch von diesem Vorkommen nicht mit Bestimmtheit gesagt werden kann, daß es zum Intrusionszyklus des carbonischen Granits gehört, so besteht immerhin die Möglichkeit, daß einzelne Amphibolite des Kinzig- und Renchgebiets, ebenso wie dies bei einigen Amphiboliten des übrigen Schwarzwalds der Fall ist, auf eine Erstförderung basischen Materials von seiten des carbonischen Granits zurückzuführen sind.

VI. Bildungsbedingungen der Amphibolite.

Auf Grund des Mineralbestandes und der Struktur läßt sich aussagen, daß die Amphibolite des Schwarzwalds mit geringen Ausnahmen Gesteine der Katazone darstellen. Während nun aber bei den Amphiboliten die Metamorphose so weitgehend war, daß uns auf Grund des Mineralbestandes und der Struktur jegliche Anhaltspunkte für bestimmte Aussagen über die Herkunft derselben fehlen, weisen die Gneise noch recht deutliche Reliktstrukturen auf, auf die sich hauptsächlich die Gliederung derselben gründet. So zeigt vor allem der Schapbachgneis keine rein granoblastische Struktur, wie man dieselbe bei Gesteinen der Katazone erwartet, vielmehr ist ganz deutlich noch die Tendenz zu granitischer Anordnung der Gemengteile zu erkennen. Durch diese Tatsache wurden SAUER, SCHWENKEL und andere zu dem Schluß veranlaßt, daß die Schapbachgneise des Schwarzwalds überhaupt keinen metamorphosierenden Bedingungen unterlagen. Wenn dies tatsächlich der Fall wäre, so dürften aber auch die Einlagerungen des Schapbachgneises keine Metamorphose erkennen lassen. Nun zeigen uns aber z. B. die Orthitamphibolite, die doch zweifellos genau denselben Bedingungen unterworfen waren, wie die Schapbachgneise selbst, in dem einen Typus (Dohlenbächle) eine recht deutliche und weitgehende Metamorphose. Wenn der Orthitamphibolit in weit höherem Maße eine kristalloblastische Struktur zeigt als der Gneis, so liegt dies nicht an dem verschiedenen Grade der Metamorphose, sondern vielmehr an der abweichenden chemischen und mineralogischen Zusammensetzung der beiden Gesteine. Auf jeden Fall verdankt der Schapbachgneis seine strukturellen und texturellen Eigenschaften nicht, wie SCHWENKEL sagt, „besonderen Erstarrungsbedingungen", sondern metamorphosierenden Bedingungen, wobei allerdings die eruptiven Merkmale nicht bis zur Unkenntlichkeit verwischt wurden.

Die Amphibolite, die dem Renchgneis eingelagert sind, unterlagen auf Grund der räumlichen Verknüpfung mit diesen naturgemäß den-

selben Bedingungen wie die Schapbachgneise. Alte basische Gänge und Sedimente, die schon vor der Intrusion des den Schapbachgneis liefernden Magmas dem Renchgneis einlagerten, können jedoch unter Umständen schon vor der Bildung des Schapbachgneises metamorphosiert gewesen sein. Daß die Renchgneise und die ihm eingelagerten Amphibolite aber nicht, wie SCHWENKEL annimmt, durch die Intrusion des den Schapbachgneis liefernden Magmas in die Schichtfugen des alten aufgefalteten Schieferkomplexes zum kristallinen Schiefer umgewandelt wurden, zeigen uns aufs deutlichste die in der großen Renchgneismasse von St. Peter und Furtwangen vorkommenden Amphibolite, die nie in nähere Berührung mit einem Magma kamen.

Auf die Entstehung der diablastisch und zentrisch struierten Amphibolite wurde schon oben (p. 80) näher eingegangen. Sie dürften im großen ganzen durch Versetzung granat- und omphacitreicher Gesteine in höhere Zonen entstanden sein.

Es erhebt sich nun noch die Frage, warum in einem und demselben Vorkommen dicht nebeneinander vollkommen verschieden struierte Amphibolite auftreten. Diese Erscheinung ist geradezu charakteristisch für die Schwarzwälder Amphibolite und ist vielleicht durch primäre Verschiedenheit der Edukte in gewissen Partien zu erklären. Speziell für sedimentäre Glieder der Amphibolite braucht eine homogene Durchmischung nicht vorausgesetzt zu werden. Trotzdem aber erscheint es mir wahrscheinlicher, daß die Differenzen in bezug auf Struktur und Textur zufälligen Verschiedenheiten in der Auswirkung der Metamorphose in den einzelnen Lagen eines und desselben Vorkommens zuzuschreiben sind und schon geringe Unterschiede verschiedene Produkte erzeugen können, da ja so basische Gesteine wie die Edukte der Schwarzwälder Amphibolitee auf metamorphosierende Kräfte außerordentlich stark reagieren.

Der Grund dafür, daß die verschiedenen Ausgangsgesteine immer wieder dieselben Endprodukte liefern, daß also die nachweislich aus Eruptivgesteinen entstandenen Amphibolite sich mit den sedimentären Amphiboliten in Mineralbestand und Struktur so ziemlich decken, liegt in dem Umstand begründet, daß die chemische Zusammensetzung keine allzu großen Verschiedenheiten aufweist und durch die Metamorphose jegliche primären Eigenschaften verwischt wurden.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die Edukte der Amphibolite des Schwarzwalds sowohl sedimentärer als auch eruptiver Natur sind. Zu letzteren gehört sicherlich die Großzahl der Amphibolite überhaupt. Es gelang, eine größere Gruppe, die Orthitamphibolite, auszuscheiden, bei denen Mineralbestand, Struktur und Verbandsverhältnisse deutlich erkennen lassen, daß sie genetisch zum Schapbachgneis gehören. Diesen, zum Intrusionszyklus des Schapbachgneismagmas gehörenden Amphiboliten, reiht sich eine Anzahl solcher Vorkommen an, die als Gänge diskordant im Renchgneis aufsetzen.

Sichere Anhaltspunkte für sedimentäre Amphibolite geben die Verbandsverhältnisse (p. 84 und folgende), sowie eingelagerte Quarzknauern, die in ihrer Ausbildung identisch mit denen des Renchgneises sind.

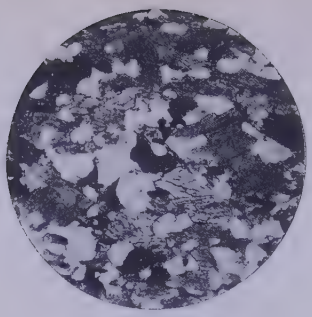

Bild 1. Vergr. 50

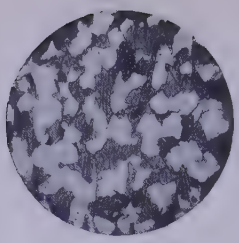

Bild 2. Vergr. 45

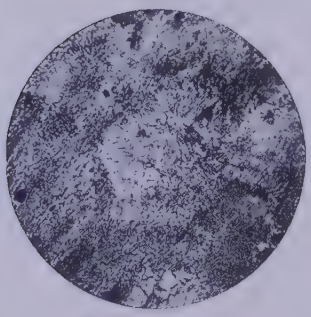

Bild 3. Vergr. 50

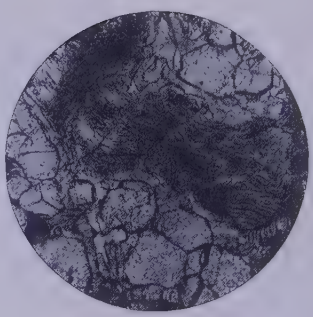

Bild 4. Vergr. 80

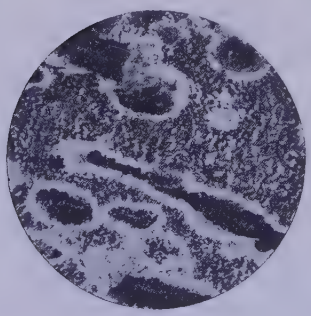

Bild 5. Vergr. 15

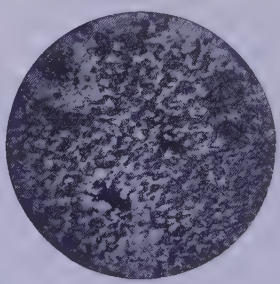

Bild 6. Vergr. 30

Bild 7. Vergr. 50

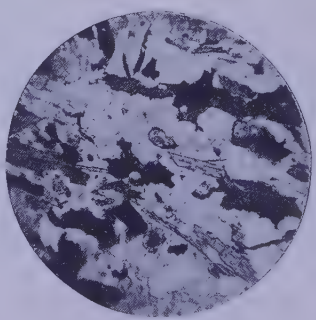

Bild 8. Vergr. 50

Bild 1. Amphibolit mit granoblastischer Struktur. Steinbruch im Frohnbachtal b. Oberwolfach.

Bild 2. Amphibolit mit granoblastischer Struktur. Gelbach b. Oberwolfach.

Bild 3. Amphibolit mit diablastischer und centrischer Struktur. Erlenloch b. Schiltach.

Bild 4. Amphibolit mit Kelyphitstruktur. Alberstein im Maisachtal.

Bild 5. Orthitamphibolit mit Porphyroblasten. Dohlenbächle bei Schiltach.

Bild 6. Orthitamphibolit mit Porphyroblasten, diablastisches Grundgewebe. Dohlenbächle bei Schiltach.

Bild 7. Orthitamphibolit. Steffelsbach b. Wolfach.

Bild 8. Übergangsgestein vom Orthitamphibolit zum Orthitgneis. Steffelsbach bei Wolfach.

Literaturnachweis.

Geologische Spezialkarte von Baden 1: 25 000 samt Erläuterungen.

1. Nr. 82 Gengenbach. A. Sauer. 1894.
2. „ 83/4 Peterstal—Reichenbach. F. Schalch. 1895.
3. „ 87 Zell am Harmersbach. H. Thürach. 1897.
4. „ 88/9 Oberwolfach—Schenkenzell. A. Sauer. 1895.
5. „ 93 Haslach i. K. H. Thürach. 1901.
6. „ 94/5 Hornberg—Schiltach. A. Sauer. 1897.
7. „ 99 Elzach. K. Schnarrenberger. 1909.
8. „ 108 St. Peter. K. Schnarrenberger. 1906.
9. „ 109 Furtwangen. F. Schalch, A. Sauer. 1903.
10. „ 119 Neustadt. F. Schalch. 1903.

Mitteilungen der Badischen Geologischen Landesanstalt.

11. Bd. II. A. Sauer: Der Granit von Durbach im nördlichen Schwarzwald und seine Grenzfazies von Glimmersyenit.
12. „ III. F. Schalch: Die Amphibolite von Blatt Peterstal—Reichenbach.
13. „ III. H. Thürach: Über ein Vorkommen von körnigem Kalk im Harmersbacher Tal.
14. „ III. — Mitteilungen aus dem Aufnahmegebiet des Blattes Zell a. H.
15. „ IV. 1—4 Rosenbusch: Studien im Gneisgebirge des Schwarzwalds.
16. „ IV. 1—4 — dto. Die Kalksilikathornfelse im Rench- und Kinzigitgneis.
17. „ IV. 1—4 — dto. Die Kalksilikathornfelse von der Fehren bei Neustadt.
18. Angel, F. und Heritsch, E.: Die Amphibolite des Gleinalmgebiets. Tscherm. Min. Petr. Mitt. 1923. Bd. 66. I.
19. Becke, F.: Die Gneisformation des niederösterreichischen Waldviertels. Ebenda 1882. IV.
20. — Über Mineralbestand und Struktur der kristallinen Schiefer. Denkschr. d. Akad. d. Wiss. Wien 1903.
21. — Über Myrmekit. Tscherm. Min. Petr. Mitt. Bd. XXVII. 1908.

22. BEGER, P. J.: Die Bildung des lamprophyrischen Restmagmas in Lausitz und Odenwald als Prüfstein auf die BOWEN'sche Differentiationshypothese. N. Jb. f. Min. etc. 1923. I.
23. ERDMANNSDÖRFFER, O. H.: Zur Geologie des Brockenmassivs. 7. Jahresber. d. Niedersächs. Geol. Ver. Hannover 1914.
24. GRUBENMANN-NIGGLI: Die Gesteinsmetamorphose. 1924.
25. — — Die kristallinen Schiefer. 2. Aufl. 1910.
26. HAFFNER, O.: Über die Sedimentgneise des Schwarzwalds. Diss. Tübingen 1919.
27. HEZNER, L.: Beitrag zur Kenntnis der Amphibolite des Ötztals. TSCHERM. Min. Petr. Mitt. 1903.
28. KÖNIGSBERGER, J.: Über Gneisbildung und Aufschmelzungszonen der Erdkruste in Europa. Geol. Rundsch. Bd. III. Heft 5/6.
29. MRHA: Beiträge zur Kenntnis des Kelyphits. TSCHERM. Min. Petr. Mitt. Bd. XIX. 1901.
30. NIGGLI, P.: Das kristalline Grundgebirge bei Laufenburg. Jahresber. des Oberrhein. geol. Ver. Bd. 2. 1912.
31. — Gesteins- und Mineralprovinzen. Bd. I. 1923.
32. — Die leichtflüchtigen Bestandteile des Magmas. Leipzig 1920.
33. PHILIPP, H.: Vorläufige Mitteilung über Resorptions- und Injektionserscheinungen im südlichen Schwarzwald. Centralbl. f. Min. etc. 1907.
34. — Resorptions- und Injektionserscheinungen im südlichen Schwarzwald. Monatsber. d. Deutsch. Geol. Ges. Bd. 59. 1907. Nr. 8/9.
35. ROSENBUSCH: Elemente der Gesteinslehre. 1910.
36. SAUER, A.: Über das Vorkommen von Parallelstruktur an Massivgraniten des Schwarzwalds. Sitz.ber. d. Oberrh. geol. Ver. 1894.
37. — Die Gneisgliederung im Schwarzwald. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 1892.
38. — Rutil im Eklogit. N. Jb. f. Min. etc. 1881. Bd. I.
39. SAUER, A. und BRÄUHÄUSER, M.: Geologischer Überblick über das obere, besonders das württembergische Kinziggebiet. Sitz.ber. d. Oberrhein. geol. Ver. 1911. Bd. I.
40. SAUER, A.: Das alte Grundgebirge Deutschlands. Cpt. r. IX. Congr. Géol. Internat. Vienne. 1903. Wien 1904.
41. SCHMIEDHUBER, E.: Beitrag zur Kenntnis der radioaktiven Erscheinungen im kristallinen Grundgebirge des Schwarzwalds. Mitt. d. Oberrhein. geol. Ver. Bd. V. I.
42. SCHRAUF: Über Kelyphit. N. Jb. f. Min. etc. 1884. Bd. 2.
43. SCHWENEKEL, H.: Die Eruptivgneise des Schwarzwalds und ihr Verhältnis zum Granit. TSCHERM. Min. Petr. Mitt. 1912.
44. SUTER, H.: Zur Petrographie des Grundgebirges von Laufenburg und Umgebung. Diss. Druckerei Gebr. Leemann. Zürich 1924.
45. ZIEGLER, M.: Das Münchberger Gneisgebiet. Diss. München 1914. Schwabinger Druckerei.